



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 5月28日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-158571

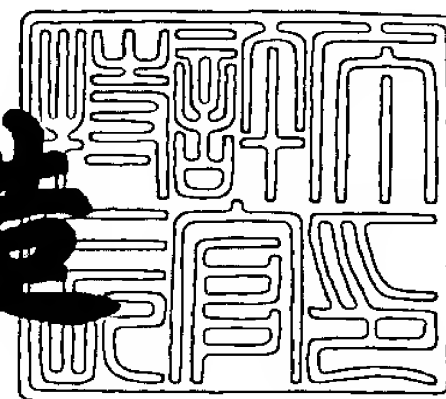
出 願 人
Applicant(s):

株式会社ニコン
株式会社荏原製作所

2001年 8月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3070907

【書類名】 特許願

【整理番号】 010298

【提出日】 平成13年 5月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01B

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 大和田 伸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 荏原マイスター株式
会社内

【氏名】 中筋 護

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 野路 伸治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 佐竹 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 曾布川 拓司

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所
内

【氏名】 西藤 睦

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【代理人】

【識別番号】 100089705

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 2 番 1 号 新大手町ビル 2
0 6 区 ユアサハラ法律特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 社本 一夫

【電話番号】 03-3270-6641

【選任した代理人】

【識別番号】 100080137

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 昭男

【選任した代理人】

【識別番号】 100083895

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 茂

【選任した代理人】

【識別番号】 100093713

【弁理士】

【氏名又は名称】 神田 藤博

【選任した代理人】

【識別番号】 100093805

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田 博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106208

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮前 徹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 051806

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010958

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線による検査装置及びその検査装置を用いたデバイス製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子線でパターンが形成された検査対象を照射し、前記検査対象のパターンを検査する装置において、

電子源、対物レンズ、 $E \times B$ 分離器及び前記分離器で一次光学系から分離後に少なくとも 1 段の拡大レンズを有していて、複数の一次電子線を成形して前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子を前記対物レンズで加速させて前記 $E \times B$ 分離器で分離し、前記少なくとも 1 段の拡大レンズで二次電子像を投影する電子光学系と、

前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する複数の検出器と、

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ワーキングチャンバ内の前記ステージ装置上に検査対象を供給するローダーと、

前記ワーキングチャンバ内に配置された、前記検査対象に電位を印加する電位印加機構と、

前記電子光学系に対する前記検査対象の位置決めのために前記検査対象の表面を観察してアライメントを制御するアライメント制御装置とを備え、

前記真空チャンバは床からの振動を遮断する振動遮断装置を介して支持されていることを特徴とする電子線による検査装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の検査装置において、前記ローダーが、それぞれが独立して雰囲気制御可能になっている第 1 のローディングチャンバ及び第 2 のローディングチャンバと、前記検査対象を第 1 のローディングチャンバ内とその外部との間で搬送する第 1 の搬送ユニットと、前記第 2 のローディングチャンバに設けられていて前記検査対象を前記第 1 のローディングチャンバ内と前記

ステージ装置上との間で搬送する第2の搬送ユニットとを備え、前記検査装置が、前記ローダーに検査対象を供給するための仕切られたミニエンバイロメント空間を更に備えることを特徴とする検査装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の検査装置において、前記ステージ装置上の前記検査対象の座標を検出するレーザ干渉測距装置を備え、前記アライメント制御装置により、検査対象に存在するパターンを利用して検査対象の座標を決めることを特徴とする検査装置。

【請求項4】 請求項2又は3に記載の検査装置において、前記検査対象の位置合わせは、前記ミニエンバイロメント空間内で行われる粗位置合わせと、前記ステージ装置上で行われるXY方向の位置合わせ及び回転方向の位置合わせを含むことを特徴とする検査装置。

【請求項5】 請求項1ないし4に記載の検査装置を用いてプロセス途中又はその後のウエハの欠陥を検出するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、複数の電子ビームを用いて検査対象の表面に形成されたパターンの欠陥等を検査する検査装置に関し、詳しくは、半導体製造工程におけるウエハの欠陥を検出する場合のように、電子ビームを検査対象に照射してその表面の性状に応じて変化する二次電子を捕捉して画像データを形成し、その画像データに基づいて検査対象の表面に形成されたパターン等を高いスループットで検査する検査装置、並びにそのような検査装置を用いて歩留まり良くデバイスを製造するデバイス製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】

本発明に関連する検査装置の従来技術については、走査電子顕微鏡（SEM）を用いた装置が既に市販されている。この装置は細く絞った電子線を非常に間隔の小さいラスタ幅でラスタ走査を行い、走査に伴って検査対象から放出される二次電子を二次電子検出器で検出してSEM画像を形成し、そのSEM画像を異な

るダイの同じ場所同志を比較して欠陥を抽出するものである。

また、複数の電子線すなわちマルチビームを用いてスループットを向上するという提案は多く成されているが、開示されているものは、如何にしてマルチビームをつくるかと言うことと、如何にしてマルチビームを検出するかと言うことについてであり、欠陥検査装置全体をシステムとして完成させた装置は未だ存在しなかった。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、SEMを応用した欠陥検査装置では、ビーム寸法が小さく、当然画素寸法が小さく、ラスタ幅も小さいため、欠陥検査に多くの時間を必要としていた。また、高スループットにするため、ビーム電流を大きくすると絶縁物が表面にあるウエハでは帯電して良好なSEM像が得られない問題があった。

また、マルチビームを用いた装置では電子光学系のみでなく、装置の全体構成が不明であり、電子光学系と他のサブシステムとの間の相互作用等については今までほとんど明らかにされていなかった。更に、検査対象となるウエハの大径化が進められ、サブシステムもそれに対応可能にする要請もでてきた。

【 0 0 0 4 】

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであって、発明が解決しようとする一つの課題は、マルチビームを用いた電子光学系を使用すると共に、その電子光学系と、検査装置を構成するその他の構成機器との調和を図ってスループットを向上した検査装置を提供することである。

本発明が解決しようとする他の課題は、SEMで問題のあった帯電の問題を解決して検査対象を精度良く検査可能な検査装置を提供することである。

本発明が解決しようとする更に別の課題は、上記のような検査装置を用いてウエハ等の検査対象の検査を行うことにより歩留まりの良いデバイス製造方法を提供することである。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本願の発明は、電子線でパターンが形成された検査対象を照射し、前記検査対

象のパターンを検査する装置において、

電子源、対物レンズ、 $E \times B$ 分離器及び前記分離器で一次光学系から分離後少なくとも1段の拡大レンズを有して、複数の一次電子線を成形して前記検査対象に照射し、前記一次電子線の照射により放出された二次電子を前記対物レンズで加速させて前記 $E \times B$ 分離器で分離し、前記少なくとも1段の拡大レンズで二次電子像を投影する電子光学系と、

前記電子光学系により投影された二次電子像を検出する複数の検出器と、

前記検査対象を保持して前記電子光学系に関して相対的に移動させるステージ装置と、

前記ステージ装置を収容しておりかつ真空雰囲気制御可能になっているワーキングチャンバと、

前記ワーキングチャンバ内の前記ステージ装置上に検査対象を供給するローダーと、

前記ワーキングチャンバ内に配置された、前記検査対象に電位を印加する電位印加機構と、

前記電子光学系に対する前記検査対象の位置決めのために前記検査対象の表面を観察してアライメントを制御するアライメント制御装置とを備え、

前記真空チャンバは床からの振動を遮断する振動遮断装置を介して支持されて構成されている。

【0006】

上記検査装置において、前記ローダーが、それぞれが独立して雰囲気制御可能になっている第1のローディングチャンバ及び第2のローディングチャンバと、前記検査対象を第1のローディングチャンバ内とその外部との間で搬送する第1の搬送ユニットと、前記第2のローディングチャンバに設けられていて前記検査対象を前記第1のローディングチャンバ内と前記ステージ装置上との間で搬送する第2の搬送ユニットとを備え、前記検査装置が、前記ローダーに検査対象を供給するための仕切られたミニエンバイロメント空間を更に備えていてもよい。

また、前記ステージ装置上の前記検査対象の座標を検出するレーザ干渉測距装置を備え、前記アライメント制御装置により検査対象に存在するパターンを利用

して検査対象の座標を決めしてもよく、この場合、前記検査対象の位置合わせは、前記ミニエンバイロメント空間内で行われる粗位置合わせと、前記ステージ装置上で行われる X Y 方向の位置合わせ及び回転方向の位置合わせとを含んでいてもよい。

本願の他の発明は、検査装置を用いてプロセス途中又はその後のウエハの欠陥を検出するデバイス製造方法である。

【 0 0 0 7 】

【実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明一つの実施形態について、検査対象として表面にパターンが形成された基板すなわちウエハを検査する半導体検査装置として説明する。

図 1 及び図 2 において、本実施形態の半導体検査装置 1 の主要構成要素が立面及び平面で示されている。

本実施形態の半導体検査装置 1 は、複数枚のウエハを収納したカセットを保持するカセットホルダ 10 と、ミニエンバイロメント装置 20 と、ワーキングチャンバを画成する主ハウジング 30 と、ミニエンバイロメント装置 20 と主ハウジング 30 との間に配置されていて、二つのローディングチャンバを画成するローダハウジング 40 と、ウエハをカセットホルダ 10 から主ハウジング 30 内に配置されたステージ装置 50 上に装填するローダー 60 と、真空ハウジングに取り付けられた電子光学装置 70 と、を備え、それらは図 1 及び図 2 に示されるような位置関係で配置されている。半導体検査装置 1 は、更に、真空の主ハウジング 30 内に配置されたプレチャージユニット 81 と、ウエハに電位を印加する電位印加機構 83（図 8 に図示）と、電子ビームキャリブレーション機構 85（図 10 に図示）と、ステージ装置上でのウエハの位置決めを行うためのアライメント制御装置 87 を構成する光学顕微鏡 871 とを備えている。

【 0 0 0 8 】

カセットホルダ 10 は、複数枚（例えば 25 枚）のウエハが上下方向に平行に並べられた状態で収納されたカセット c（例えば、アシスト社製の F O U P のようなクローズドカセット）を複数個（この実施形態では 2 個）保持するようにな

っている。このカセットホルダとしては、カセットをロボット等により搬送してきて自動的にカセットホルダ 1 0 に装填する場合にはそれに適した構造のものを、また人手により装填する場合にはそれに適したオープンカセット構造のものをそれぞれ任意に選択して設置できるようになっている。カセットホルダ 1 0 は、この実施形態では、自動的にカセット c が装填される形式であり、例えば昇降テーブル 1 1 と、その昇降テーブル 1 1 を上下移動させる昇降機構 1 2 とを備え、カセット c は昇降テーブル上に図 2 で鎖線図示の状態ですべて自動的にセット可能になっていて、セット後、図 2 で実線図示の状態に自動的に回転されてミニエンバイロメント装置内の第 1 の搬送ユニットの回動軸線に向けられる。また、昇降テーブル 1 1 は図 1 で鎖線図示の状態に降下される。このように、自動的に装填する場合に使用するカセットホルダ、或いは人手により装填する場合に使用するカセットホルダはいずれも公知の構造のものを適宜使用すれば良いので、その構造及び機能の詳細な説明は省略する。

なお、カセット c 内に収納される基板すなわちウエハは、検査を受けるウエハであり、そのような検査は、半導体製造工程中でウエハを処理するプロセスの後、若しくはプロセスの途中で行われる。具体的には、成膜工程、CMP、イオン注入等を受けた基板すなわちウエハ、表面に配線パターンが形成されたウエハ、又は配線パターンが未だに形成されていないウエハが、カセット内に収納される。カセット c 内に収容されるウエハは多数枚上下方向に隔ててかつ平行に並べて配置されているため、任意の位置のウエハと後述する第 1 の搬送ユニットで保持できるように、第 1 の搬送ユニットのアームを上下移動できるようになっている。

【 0 0 0 9 】

図 1 ないし図 3 において、ミニエンバイロメント装置 2 0 は、雰囲気制御されるようになっているミニエンバイロメント空間 2 1 を画成するハウジング 2 2 と、ミニエンバイロメント空間 2 1 内で清浄空気のような気体を循環して雰囲気制御するための気体循環装置 2 3 と、ミニエンバイロメント空間 2 1 内に供給された空気の一部を回収して排出する排出装置 2 4 と、ミニエンバイロメント空間 2 1 内に配設されていて検査対象としての基板すなわちウエハを粗位置決めするブ

リアライナー 2 5 とを備えている。

ハウジング 2 2 は、頂壁 2 2 1、底壁 2 2 2 及び四周を囲む周壁 2 2 3 を有している、ミニエンバイロメント空間 2 1 を外部から遮断する構造になっている。ミニエンバイロメント空間を雰囲気制御するために、気体循環装置 2 3 は、図 3 に示されるように、ミニエンバイロメント空間 2 1 内において、頂壁 2 2 1 に取り付けられていて、気体（この実施形態では空気）を清浄にして一つ又はそれ以上の気体吹き出し口（図示せず）を通して清浄空気を真下に向かって層流状に流す気体供給ユニット 2 3 1 と、ミニエンバイロメント空間内において底壁 2 2 2 の上に配置されていて、底に向かって流れ下った空気を回収する回収ダクト 2 3 2 と、回収ダクト 2 3 2 と気体供給ユニット 2 3 1 とを接続して回収された空気を気体供給ユニット 2 3 1 に戻す導管 2 3 3 とを備えている。この実施形態では、気体供給ユニット 2 3 1 は供給する空気の約 2 0 % をハウジング 2 2 の外部から取り入れて清浄にするようになっているが、この外部から取り入れられる気体の割合は任意に選択可能である。気体供給ユニット 2 3 1 は、清浄空気をつくりだすための公知の構造の H E P A 若しくは U L P A フィルタを備えている。清浄空気の層流状の下方向の流れすなわちダウンフローは、主に、ミニエンバイロメント空間 2 1 内に配置された後述する第 1 の搬送ユニットによる搬送面を通して流れるように供給され、搬送ユニットにより発生する虞のある塵埃がウエハに付着するのを防止するようになっている。したがって、ダウンフローの噴出口は必ずしも図示のように頂壁に近い位置である必要はなく、搬送ユニットによる搬送面より上側にあればよい。また、ミニエンバイロメント空間全面に亘って流す必要もない。なお、場合によっては、清浄空気としてイオン風を使用することによって清浄度を確保することができる。また、ミニエンバイロメント空間内には清浄度を観察するためのセンサを設け、清浄度が悪化したときに装置をシャットダウンすることもできる。ハウジング 2 2 の周壁 2 2 3 のうちカセットホルダ 1 0 に隣接する部分には出入り口 2 2 5 が形成されている。出入り口 2 2 5 近傍には公知の構造のシャッタ装置を設けて出入り口 2 2 5 をミニエンバイロメント装置側から閉じるようにしてもよい。ウエハ近傍でつくる層流のダウンフローは、例えば 0. 3 ないし 0. 4 m / s e c の流速でよい。気体供給ユニットはミニエ

ンバイロメント空間内でなくその外側に設けてもよい。

【 0 0 1 0 】

排出装置 2 4 は、前記搬送ユニットのウエハ搬送面より下側の位置で搬送ユニットの下部に配置された吸入ダクト 2 4 1 と、ハウジング 2 2 の外側に配置されたブロワー 2 4 2 と、吸入ダクト 2 4 1 とブロワー 2 4 2 とを接続する導管 2 4 3 と、を備えている。この排出装置 2 4 は、搬送ユニットの周囲を流れ下り搬送ユニットにより発生する可能性のある塵埃を含んだ気体を、吸入ダクト 2 4 1 により吸引し、導管 2 4 3、2 4 4 及びブロワー 2 4 2 を介してハウジング 2 2 の外側に排出する。この場合、ハウジング 2 2 の近くに引かれた排気管（図示せず）内に排出してもよい。

ミニエンバイロメント空間 2 1 内に配置されたアライナー 2 5 は、ウエハに形成されたオリエンテーションフラット（円形のウエハの外周に形成された平坦部分を言い、以下においてオリフラと呼ぶ）や、ウエハの外周縁に形成された一つ又はそれ以上の V 型の切欠きすなわちノッチを光学的に或いは機械的に検出してウエハの軸線 O-O の周りの回転方向の位置を約 ± 1 度の精度で予め位置決めしておくようになっている。プリアライナーは請求項に記載された発明の検査対象の座標を決める機構の一部を構成し、検査対象の粗位置決めを担当する。このプリアライナー自体は公知の構造のものでよいので、その構造、動作の説明は省略する。

なお、図示しないが、プリアライナーの下部にも排出装置用の回収ダクトを設けて、プリアライナーから排出された塵埃を含んだ空気を外部に排出するようにしてもよい。

【 0 0 1 1 】

図 1 及び図 2 において、ワーキングチャンバ 3 1 を画成する主ハウジング 3 0 は、ハウジング本体 3 2 を備え、そのハウジング本体 3 2 は、台フレーム 3 6 上に配置された振動遮断装置すなわち防振装置 3 7 の上に載せられたハウジング支持装置 3 3 によって支持されている。ハウジング支持装置 3 3 は矩形に組まれたフレーム構造体 3 3 1 を備えている。ハウジング本体 3 2 はフレーム構造体 3 3 1 上に配設固定されていて、フレーム構造体上に載せられた底壁 3 2 1 と、頂壁

3 2 2 と、底壁 3 2 1 及び頂壁 3 2 2 に接続されて四周を囲む周壁 3 2 3 とを備えていてワーキングチャンバ 3 1 を外部から隔離している。底壁 3 2 1 は、この実施形態では、上に載置されるステージ装置等の機器による加重で歪みの発生しないように比較的肉厚の厚い鋼板で構成されているが、その他の構造にしてもよい。この実施形態において、ハウジング本体及びハウジング支持装置 3 3 は、剛構造に組み立てられていて、台フレーム 3 6 が設置されている床からの振動がこの剛構造に伝達されるのを防振装置 3 7 で阻止するようになっている。ハウジング本体 3 2 の周壁 3 2 3 のうち後述するローダハウジングに隣接する周壁にはウエハ出し入れ用の出入り口 3 2 5 が形成されている。

なお、防振装置は、空気バネ、磁気軸受け等を有するアクティブ式のものでも、或いはこれらを有するパッシブ式のものよい。いずれも公知の構造のものでよいので、それ自体の構造及び機能の説明は省略する。ワーキングチャンバ 3 1 は公知の構造の真空装置（図示せず）により真空雰囲気に保たれるようになっている。台フレーム 3 6 の下には装置全体の動作を制御する制御装置 2 が配置されている。

【 0 0 1 2 】

図 1、図 2 及び図 4 において、ローダハウジング 4 0 は、第 1 のローディングチャンバ 4 1 と第 2 のローディングチャンバ 4 2 とを画成するハウジング本体 4 3 を備えている。ハウジング本体 4 3 は底壁 4 3 1 と、頂壁 4 3 2 と、四周を囲む周壁 4 3 3 と、第 1 のローディングチャンバ 4 1 と第 2 のローディングチャンバ 4 2 とを仕切る仕切壁 4 3 4 とを有していて、両ローディングチャンバを外部から隔離できるようになっている。仕切壁 4 3 4 には両ローディングチャンバ間でウエハのやり取りを行うための開口すなわち出入り口 4 3 5 が形成されている。また、周壁 4 3 3 のミニエンバイロメント装置及び主ハウジングに隣接した部分には出入り口 4 3 6 及び 4 3 7 が形成されている。このローダハウジング 4 0 のハウジング本体 4 3 は、ハウジング支持装置 3 3 のフレーム構造体 3 3 1 上に載置されてそれによって支持されている。したがって、このローダハウジング 4 0 にも床の振動が伝達されないようになっている。ローダハウジング 4 0 の出入り口 4 3 6 とミニエンバイロメント装置のハウジング 2 2 の出入り口 2 2 6 とは

整合されていて、そこにはミニエンバイロメント空間 2 1 と第 1 のローディングチャンバ 4 1 との連通を選択的に阻止するシャッタ装置 2 7 が設けられている。シャッタ装置 2 7 は、出入り口 2 2 6 及び 4 3 6 の周囲を囲んで側壁 4 3 3 と密に接触して固定されたシール材 2 7 1、シール材 2 7 1 と協働して出入り口を介しての空気の流通を阻止する扉 2 7 2 と、その扉を動かす駆動装置 2 7 3 とを有している。また、ローダハウジング 4 0 の出入り口 4 3 7 とハウジング本体 3 2 の出入り口 3 2 5 とは整合されていて、そこには第 2 のローディングチャンバ 4 2 とワーキンググチャンバ 3 1 との連通を選択的に密封阻止するシャッタ装置 4 5 が設けられている。シャッタ装置 4 5 は、出入り口 4 3 7 及び 3 2 5 の周囲を囲んで側壁 4 3 3 及び 3 2 3 と密に接触してそれらに固定されたシール材 4 5 1、シール材 4 5 1 と協働して出入り口を介しての空気の流通を阻止する扉 4 5 2 と、その扉を動かす駆動装置 4 5 3 とを有している。更に、仕切壁 4 3 4 に形成された開口には、扉 4 6 1 によりそれを閉じて第 1 及び第 2 のローディングチャンバ間の連通を選択的に密封阻止するシャッタ装置 4 6 が設けられている。これらのシャッタ装置 2 7、4 5 及び 4 6 は、閉じ状態にあるとき各チャンバを気密シールできるようになっている。これらのシャッタ装置は公知のものでよいので、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。なお、ミニエンバイロメント装置 2 0 のハウジング 2 2 の支持方法とローダハウジングの支持方法が異なり、ミニエンバイロメント装置を介して床からの振動がローダハウジング 4 0、主ハウジング 3 0 に伝達されるのを防止するために、ハウジング 2 2 とローダハウジング 4 0 との間には出入り口の周囲を気密に囲むように防振用のクッション材を配置しておけば良い。

【 0 0 1 3 】

第 1 のローディングチャンバ 4 1 内には、複数（この実施形態では 2 枚）のウエハを上下に隔てて水平の状態で支持するウエハラック 4 7 が配設されている。ウエハラック 4 7 は、図 5 の示されるように、矩形の基板 4 7 1 の四隅に互いに隔てて直立状態で固定された支柱 4 7 2 を備え、各支柱 4 7 2 にはそれぞれ 2 段の支持部 4 7 3 及び 4 7 4 が形成され、その支持部の上にウエハ W の周縁を載せて保持するようになっている。そして後述する第 1 及び第 2 の搬送ユニットのア

ームの先端を隣接する支柱間からウエハに接近させてアームによりウエハを把持するようになっている。

【 0 0 1 4 】

ローディングチャンバ 4 1 及び 4 2 は、図示しない真空ポンプを含む公知の構造の真空排気装置（図示せず）によって高真空状態（真空度としては $10^{-5} \sim 10^{-6}$ Pa）に雰囲気制御され得るようになっている。この場合、第 1 のローディングチャンバ 4 1 を低真空チャンバとして低真空雰囲気に保ち、第 2 のローディングチャンバ 4 2 を高真空チャンバとして高真空雰囲気に保ち、ウエハの汚染防止を効果的に行うこともできる。このような構造を採用することによってローディングチャンバ内に收容されていて次に欠陥検査されるウエハをワーキングチャンバ内に遅滞なく搬送することができる。このようなローディングチャンバを採用することによって、後述するマルチビーム型電子装置原理と共に、欠陥検査のスループットを向上させ、更に保管状態が高真空状態であることを要求される電子源周辺の真空度を可能な限り高真空度状態にすることができる。

第 1 及び第 2 のローディングチャンバ 4 1 及び 4 2 は、それぞれ真空排気配管と不活性ガス（例えば乾燥純窒素）用のベント配管（それぞれ図示せず）が接続されている。これによって、各ローディングチャンバ内の大気圧状態は不活性ガスベント（不活性ガスを注入して不活性ガス以外の酸素ガス等が表面に付着するのを防止する）によって達成される。このような不活性ガスベントを行う装置自体は公知の構造のものでよいので、その詳細な説明は省略する。

なお、電子線を使用する本発明の検査装置において、後述する電子光学系の電子源として使用される代表的な六硼化ランタン（ LaB_6 ）等は一度熱電子を放出する程度まで高温状態に加熱された場合には、酸素等に可能な限り接触させないことがその寿命を縮めないために肝要であるが、電子光学系が配置されているワーキングチャンバにウエハを搬入する前段階で上記のような雰囲気制御を行うことにより、より確実に実行できる。

【 0 0 1 5 】

ステージ装置 5 0 は、主ハウジング 3 0 の底壁 3 2 1 上に配置された固定テーブル 5 1 と、固定テーブル上で Y 方向（図 1 において紙面に垂直の方向）に移動

する Y テーブル 5 2 と、Y テーブル上で X 方向（図 1 において左右方向）に移動する X テーブル 5 3 と、X テーブル上で回転可能な回転テーブル 5 4 と、回転テーブル 5 4 上に配置されたホルダ 5 5 とを備えている。そのホルダ 5 5 のウエハ載置面 5 5 1 上にウエハを解放可能に保持する。ホルダは、ウエハを機械的に或いは静電チャック方式で解放可能に把持できる公知の構造のものでよい。ステージ装置 5 0 は、サーボモータ、エンコーダ及び各種のセンサ（図示せず）を用いて、上記のような複数のテーブルを動作させることにより、載置面 5 5 1 上でホルダに保持されたウエハを電子光学装置から照射される電子ビームに対して X 方向、Y 方向及び Z 方向（図 1 において上下方向）に、更にウエハの支持面に鉛直な軸線の回り方向（ θ 方向）に高い精度で位置決めできるようになっている。なお、Z 方向の位置決めは、例えばホルダ上の載置面の位置を Z 方向に微調整可能にしておけばよい。この場合、載置面の基準位置を微細径レーザによる位置測定装置（干渉計の原理を使用したレーザ干渉測距装置）によって検知し、その位置を図示しないフィードバック回路によって制御したり、それと共に或いはそれに代えてウエハのノッチ或いはオリフラの位置を測定してウエハの電子ビームに対する平面位置、回転位置を検知し、回転テーブルを微小角度制御可能なステッピングモータなどにより回転させて制御する。ワーキングチャンバ内での塵埃の発生を極力防止するために、ステージ装置用のサーボモータ 5 2 1、5 3 1 及びエンコーダ 5 2 2、5 3 2 は、主ハウジング 3 0 の外側に配置されている。なお、ステージ装置 5 0 は、例えばステッパー等で使用されている公知の構造のもので良いので、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。また、上記レーザ干渉測距装置も公知の構造のものでよいので、その構造、動作の詳細な説明は省略する。

【 0 0 1 6 】

電子ビームに対するウエハの回転位置や、X、Y 位置を予め後述する信号検出系或いは画像処理系に入力することで得られる信号の基準化を図ることもできる。更に、このホルダに設けられたウエハチャック機構は、ウエハをチャックするための電圧を静電チャックの電極に与えられるようになっていて、ウエハの外周部の 3 点（好ましくは周方向に等隔に隔てられた）を押さえて位置決めするよう

になっている。ウエハチャック機構は、二つの固定位置決めピンと、一つの押圧式クランクピンとを備えている。クランプピンは、自動チャック及び自動リリースを実現できるようになっており、かつ電圧印加の導通箇所を構成している。

なお、この実施形態では図 2 で左右方向に移動するテーブルを X テーブルとし、上下方向に移動するテーブルを Y テーブルとしたが、同図で左右方向に移動するテーブルを Y テーブルとし、上下方向に移動するテーブルを X テーブルとしてもよい。

【 0 0 1 7 】

ローダー 6 0 は、ミニエンバイロメント装置 2 0 のハウジング 2 2 内に配置されたロボット式の第 1 の搬送ユニット 6 1 と、第 2 のローディングチャンバ 4 2 内に配置されたロボット式の第 2 の搬送ユニット 6 3 とを備えている。

第 1 の搬送ユニット 6 1 は、駆動部 6 1 1 に関して軸線 O_1-O_1 の回りで回転可能になっている多節のアーム 6 1 2 を有している。多節のアームとしては任意の構造のものを使用できるが、この実施形態では、互いに回動可能に取り付けられた三つの部分を有している。第 1 の搬送ユニット 6 1 のアーム 6 1 2 の一つの部分すなわち最も駆動部 6 1 1 側の第 1 の部分は、駆動部 6 1 1 内に設けられた公知の構造の駆動機構（図示せず）により回轉可能な軸 6 1 3 に取り付けられている。アーム 6 1 2 は、軸 6 1 3 により軸線 O_1-O_1 の回りで回動できると共に、部分間の相対回轉により全体として軸線 O_1-O_1 に関して半径方向に伸縮可能になっている。アーム 6 1 2 の軸 6 1 3 から最も離れた第 3 の部分の先端には、には公知の構造の機械式チャック又は静電チャック等のウエハを把持する把持装置 6 1 6 が設けられている。駆動部 6 1 1 は、公知の構造の昇降機構 6 1 5 により上下方向に移動可能になっている。

この第 1 の搬送ユニット 6 1 は、アーム 6 1 2 がカセットホルダに保持された二つのカセット c の内いずれか一方の方向 M 1 又は M 2 に向かってアームが伸び、カセット c 内に収容されたウエハを 1 枚アームの上に載せ或いはアームの先端に取り付けたチャック（図示せず）により把持して取り出す。その後アームが縮み（図 2 に示すような状態）、アームがプリアライナー 2 5 の方向 M 3 に向かって伸長できる位置まで回轉してその位置で停止する。するとアームが再び伸びて

アームに保持されたウエハをプリアライナー 2 5 に載せる。プリアライナーから前記と逆にしてウエハを受け取った後はアームは更に回転し第 2 のローディングチャンバ 4 1 に向かって伸長できる位置（向き M 4）で停止し、第 2 のローディングチャンバ 4 1 内のウエハ受け 4 7 にウエハを受け渡す。なお、機械的にウエハを把持する場合にはウエハの周縁部（周縁から約 5 m m の範囲）を把持する。これはウエハには周縁部を除いて全面にデバイス（回路配線）が形成されており、この部分を把持するとデバイスの破壊、欠陥の発生を生じさせるからである。

【 0 0 1 8 】

第 2 の搬送ユニット 6 3 も第 1 の搬送ユニットと構造が基本的に同じであり、ウエハの搬送をウエハラック 4 7 とステージ装置の載置面上との間で行う点でのみ相違するだけであるから、詳細な説明は省略する。

上記ローダー 6 0 では、第 1 及び第 2 の搬送ユニット 6 1 及び 6 3 は、カセットホルダに保持されたカセットからワーキングチャンバ 3 1 内に配置されたステージ装置 5 0 上への及びその逆のウエハの搬送をほぼ水平状態に保ったままで行い、搬送ユニットのアームが上下動するのは、単に、ウエハのカセットからの取り出し及びそれへの挿入、ウエハのウエハラックへの載置及びそこからの取り出し及びウエハのステージ装置への載置及びそこからの取り出しのときだけである。したがって、大型のウエハ、例えば直径 3 0 c m のウエハの移動もスムーズに行うことができる。

【 0 0 1 9 】

次にカセットホルダに支持されたカセット c からワーキングチャンバ 3 1 内に配置されたステージ装置 5 0 までへのウエハの搬送を順を追って説明する。

カセットホルダ 1 0 は、前述のように人手によりカセットをセットする場合にはそれに適した構造のものが、また自動的にカセットをセットする場合にはそれに適した構造のものが使用される。この実施形態において、カセット c がカセットホルダ 1 0 の昇降テーブル 1 1 の上にセットされると、昇降テーブル 1 1 は昇降機構 1 2 によって降下されカセット c が出入り口 2 2 5 に整合される。

カセットが出入り口 2 2 5 に整合されると、カセットに設けられたカバー（図示せず）が開きまたカセット c とミニエンバイロメントの出入り口 2 2 5 との間

には筒状の覆いが配置されてカセット内及びミニエンバイロメント空間内を外部から遮断する。これらの構造は公知のものであるから、その構造及び動作の詳細な説明は省略する。なお、ミニエンバイロメント装置 2 0 側に出入り口 2 2 5 を開閉するシャッタ装置が設けられている場合にはそのシャッタ装置が動作して出入り口 2 2 5 を開く。

一方第 1 の搬送ユニット 6 1 のアーム 6 1 2 は方向 M 1 又は M 2 のいずれかに向いた状態（この説明では M 1 の方向）で停止しており、出入り口 2 2 5 が開くとアームが伸びて先端でカセット内に収容されているウエハのうち 1 枚を受け取る。なお、アームと、カセットから取り出されるべきウエハとの上下方向の位置調整は、この実施形態では第 1 の搬送ユニット 6 1 の駆動部 6 1 1 及びアーム 6 1 2 の上下移動で行うが、カセットホルダの昇降テーブルの上下動行っても或いはその両者で行ってもよい。

【 0 0 2 0 】

アーム 6 1 2 によるウエハの受け取りが完了すると、アームは縮み、シャッタ装置を動作して出入り口を閉じ（シャッタ装置がある場合）、次にアーム 6 1 2 は軸線 $O_1 - O_1$ の回りで回転して方向 M 3 に向けて伸長できる状態になる。すると、アームは伸びて先端に載せられ或いはチャックで把持されたウエハをプリアライナー 2 5 の上に載せ、そのプリアライナーによってウエハの回転方向の向き（ウエハ平面に垂直な中心軸線の回りの向き）を所定の範囲内に位置決めする。位置決めが完了すると搬送ユニット 6 1 はアームの先端にプリアライナー 2 5 からウエハを受け取ったのちアームを縮ませ、方向 M 4 に向けてアームを伸長できる姿勢になる。するとシャッタ装置 2 7 の扉 2 7 2 が動いて出入り口 2 2 6 及び 4 3 6 を開き、アーム 6 1 2 が伸びてウエハを第 1 のローディングチャンバ 4 1 内のウエハラック 4 7 の上段側又は下段側に載せる。なお、前記のようにシャッタ装置 2 7 が開いてウエハラック 4 7 にウエハが受け渡される前に、仕切壁 4 3 4 に形成された開口 4 3 5 はシャッタ装置 4 6 の扉 4 6 1 により気密状態で閉じられている。

【 0 0 2 1 】

上記第 1 の搬送ユニットによるウエハの搬送過程において、ミニエンバイロメ

ント装置のハウジングの上に設けられた気体供給ユニット 2 3 1 からは清浄空気が層流状に流れ（ダウンフローとして）、搬送途中で塵埃がウエハの上面に付着するのを防止する。搬送ユニット周辺の空気の一部（この実施形態では供給ユニットから供給される空気の約 2 0 % で主に汚れた空気）は排出装置 2 4 の吸入ダクト 2 4 1 から吸引されてハウジング外に排出される。残りの空気はハウジングの底部に設けられた回収ダクト 2 3 2 を介して回収され再び気体供給ユニット 2 3 1 に戻される。

【 0 0 2 2 】

ローダハウジング 4 0 の第 1 のローディングチャンバ 4 1 内のウエハラック 4 7 内に第 1 の搬送ユニット 6 1 によりウエハが載せられると、シャッタ装置 2 7 が閉じて、ローディングチャンバ 4 1 内を密閉する。すると、第 1 のローディングチャンバ 4 1 内には不活性ガスが充填されて空気が追い出された後、その不活性ガスも排出されてそのローディングチャンバ 4 1 内は真空雰囲気になる。この第 1 のローディングチャンバの真空雰囲気は低真空度でよい。ローディングチャンバ 4 1 内の真空度がある程度得られると、シャッタ装置 4 6 が動作して扉 4 6 1 で密閉していた出入り口 4 3 4 を開き、第 2 の搬送ユニット 6 3 のアーム 6 3 2 が伸びて先端の把持装置でウエハ受け 4 7 から 1 枚のウエハを受け取る（先端の上に載せて或いは先端に取り付けられたチャックで把持して）。ウエハの受け取りが完了するとアームが縮み、シャッタ装置 4 6 が再び動作して扉 4 6 1 で出入り口 4 3 5 を閉じる。なお、シャッタ装置 4 6 が開く前にアーム 6 3 2 は予めウエハラック 4 7 の方向 N 1 に向けて伸長できる姿勢になる。また、前記のようにシャッタ装置 4 6 が開く前にシャッタ装置 4 5 の扉 4 5 2 で出入り口 4 3 7 、 3 2 5 を閉じていて、第 2 のローディングチャンバ 4 2 内とワーキングチャンバ 3 1 内との連通を気密状態で阻止しており、第 2 のローディングチャンバ 4 2 内は真空排気される。

【 0 0 2 3 】

シャッタ装置 4 6 が出入り口 4 3 5 を閉じると、第 2 のローディングチャンバ内は再度真空排気され、第 1 のローディングチャンバ内よりも高真空度で真空にされる。その間に、第 2 の搬送ユニット 6 1 のアームはワーキングチャンバ 3 1

内のステージ装置 5 0 の方向に向いて伸長できる位置に回転される。一方ワーキングチャンバ 3 1 内のステージ装置では、Y テーブル 5 2 が、X テーブル 5 3 の中心線 $X_0 - X_0$ が第 2 の搬送ユニット 6 3 の回動軸線 $O_2 - O_2$ を通る X 軸線 $X_1 - X_1$ とほぼ一致する位置まで、図 2 で上方に移動し、また、X テーブル 5 3 は図 2 で最も左側の位置に接近する位置まで移動し、この状態で待機している。第 2 のローディングチャンバがワーキングチャンバの真空状態と略同じになると、シャッタ装置 4 5 の扉 4 5 2 が動いて出入り口 4 3 7、3 2 5 を開き、アームが伸びてウエハを保持したアームの先端がワーキングチャンバ 3 1 内のステージ装置に接近する。そしてステージ装置 5 0 の載置面 5 5 1 上にウエハを載置する。ウエハの載置が完了するとアームが縮み、シャッタ装置 4 5 が出入り口 4 3 7、3 2 5 を閉じる。

以上は、カセット c 内のウエハをステージ装置上に搬送するまでの動作について説明したが、ステージ装置に載せられて処理が完了したウエハをステージ装置からカセット c 内に戻すには前述と逆の動作を行って戻す。また、ウエハラック 4 7 に複数のウエハを載置しておくため、第 2 の搬送ユニットでウエハラックとステージ装置との間でウエハの搬送を行う間に、第 1 の搬送ユニットでカセットとウエハラックとの間でウエハの搬送を行うことができ、検査処理を効率良く行うことができる。

【 0 0 2 4 】

図 6 において、主ハウジングの支持方法の変形例が示されている。図 6 [A] に示された変形例では、ハウジング支持装置 3 3 a を厚肉で矩形の鋼板 3 3 1 a で構成し、その鋼板の上にハウジング本体 3 2 a が載せられている。したがって、ハウジング本体 3 2 a の底壁 3 2 1 a は、前記実施形態の底壁に比較して薄い構造になっている。図 6 [B] に示された変形例では、ハウジング支持装置 3 3 b のフレーム構造体 3 3 6 b によりハウジング本体 3 2 b 及びローダハウジング 4 0 b を吊り下げて状態で支持するようになっている。フレーム構造体 3 3 6 b に固定された複数の縦フレーム 3 3 7 b の下端は、ハウジング本体 3 2 b の底壁 3 2 1 b の四隅に固定され、その底壁により周壁及び頂壁を支持するようになっている。そして防振装置 3 7 b は、フレーム構造体 3 3 6 b と台フレーム 3 6

bとの間に配置されている。また、ローダハウジング40もフレーム構造体336に固定された吊り下げ部材49bによって吊り下げられている。ハウジング本体32bのこの図6[B]に示された変形例では、吊り下げ式に支えるので主ハウジング及びその中に設けられた各種機器全体の低重心化が可能である。上記変形例を含めた主ハウジング及びローダハウジングの支持方法では主ハウジング及びローダハウジングに床からの振動が伝わらないようになっている。

図示しない別の変形例では、主ハウジングのハウジング本外のみがハウジング支持装置によって下から支えられ、ローダハウジングは隣接するミニエンバイロメント装置と同じ方法で床上に配置され得る。また、図示しない更に別の変形例では、主ハウジングのハウジング本体のみがフレーム構造体に吊り下げ式で支持され、ローダハウジングは隣接するミニエンバイロメント装置と同じ方法で床上に配置され得る。

【0025】

電子光学装置70は、ハウジング本体32に固定された鏡筒71を備え、その中には、図7及び図8に概略図示するような、一次電子光学系（以下単に一次光学系）72と、二次電子光学系（以下単に二次光学系）74とを備える電子光学系と、検出系76とが設けられている。一次光学系72は、電子線を検査対象であるウエハWの表面に照射する光学系で、電子線を放出する電子銃721と、電子銃721から放出された一次電子線を集束する静電レンズすなわちコンデンサレンズ722と、コンデンサレンズ722の下方に配置されかつ複数の開口が形成されていて一次電子線を複数の一次電子ビームすなわちマルチビームに形成するマルチ開口板723と、一次電子ビームを縮小する静電レンズである縮小レンズ724と、ウィーンフィルタすなわちE×B分離器725と、対物レンズ726と、を備え、それらは、図7に示されるように電子銃721を最上部にして順に、しかも電子銃から放出される一次電子線の光軸が検査対象Sの表面に鉛直になるように配置されている。

縮小レンズ724及び対物レンズ726の像面湾曲収差の影響をなくすため、マルチ開口板723に形成される複数の（この実施形態では9個）の開口723aは、図8に示されるように光軸を中心とした円の円周上に形成され、しかもその

開口のX軸上への投影像のX方向の間隔 L_x が同じになるように配置されている。

【0026】

二次光学系74は、E×B型偏向器724により一次光学系から分離された二次電子を通す2段の静電レンズである拡大レンズ741及び742と、マルチ開口検出板743を備えている。マルチ開口検出板743に形成される開口743aは、一次光学系のマルチ開口板723に形成されている開口723aと一対一で対応するようになっている。

【0027】

検出系76は、二次光学系74のマルチ開口検出板743の各開口743aに対応してそれに近接して配置された複数（この実施形態では9個）検出器761と、各検出器761にA/D変換器762を介して電氣的に接続された画像処理部763とを備えている。

【0028】

次に、上記構成の電子光学装置70の動作について説明する。

電子銃721から放出された一次電子線は、一次光学系72のコンデンサレンズ722によって集束されて点P1においてクロスオーバを形成する。一方、コンデンサレンズ722によって集束された一次電子線は、マルチ開口板の複数の開口723aを通して複数の一次電子ビームが形成され、縮小レンズ724によって縮小されて位置P2に投影される。位置P2で合焦した後、更に対物レンズ726によってウエハWの表面上に合焦される。一方、一次電子線ビームは縮小レンズ724と対物レンズ726との間に配置された偏向器727によってウエハWの表面上を走査するように偏向される。

合焦された複数（この実施形態では9本）の一次電子ビームによって試料Sは複数の点が照射され、照射されたこれらの複数の点からは二次電子が放出される。この二次電子は、対物レンズ726の電界に引かれて細く集束され、E×B分離器725で偏向されて二次光学系74に投入される。二次電子による像は偏向器725に関して位置P2より近い位置P3において焦点を結ぶ。これは、一次電子ビームがウエハ面上で500 eVのエネルギーを有しているのに対して、二次

電子が数 $e v$ のエネルギーしか有していないためである。

【 0 0 2 9 】

位置 P 3 で合焦された二次電子の像は 2 段の拡大レンズ 7 4 1、7 4 2 でマルチ開口検出板 7 4 3 の対応する開口 7 4 3 a に合焦され、その像を各開口 7 4 3 a に対応して配置された検出器 7 6 1 で検出する。検出器 7 6 1 は、検出した電子線を、その強度を表す電気信号に変換する。このようにして変換された電気信号は、各検出器 7 6 1 から出力されてそれぞれ A/D 変換器 7 6 2 にデジタル信号に変換された後、画像処理部 7 6 3 に入力される。画像処理部 7 6 3 は入力されたデジタル信号を画像データに変換する。画像処理部 7 6 3 には、一次電子線を偏向させるための走査信号が供給されるようになっているので、画像処理部はウエハの面を表す画像を表示することになる。この画像を設定器（図示せず）に予め設定された標準パターンと、比較器（図示せず）において比較することによってウエハ W の被検出（評価）パターンの良否を検出する。更に、レジストレーションによウエハ W の被測定パターンを一次光学系の光軸の近くへ移動させ、ラインスキャンする事によって線幅評価信号を取り出し、これを適宜校正することによって、ウエハの表面に形成されたパターンの線幅を測定することができる。

【 0 0 3 0 】

なお、一次光学系のマルチ開口板 7 2 3 の開口を通過した一次電子ビームをウエハ W の表面に合焦させ、ウエハから放出される二次電子を検出器 7 6 1 に結像させる際に、一次光学系で生じる歪み、軸上色収差及び視野非点という 3 つの収差による影響を最小にするよう特に配慮する必要がある。

また、複数の一次電子ビーム間の間隔と、二次光学系との関係については、一次電子ビーム間の間隔を二次光学系の収差よりも大きい距離だけ離せば複数のビーム間のクロストークを無くすることができる。

【 0 0 3 1 】

プレチャージユニット 8 1 は、図 1 に示されるように、ワーキングチャンバ 3 1 内で電子光学装置 7 0 の鏡筒 7 1 に隣接して配設されている。本検査装置では検査対象である基板すなわちウエハに電子線を走査して照射することによりウエハ表面に形成されたデバイスパターン等を検査する形式の装置であるから、電子

線の照射により生じる二次電子等の情報をウエハ表面の情報とするが、ウエハ材料、照射電子のエネルギー等の条件によってウエハ表面が帯電（チャージアップ）することがある。更に、ウエハ表面でも強く帯電する箇所、弱い帯電箇所が生じる可能性がある。ウエハ表面の帯電量にむらがあると二次電子情報もむらを生じ、正確な情報を得ることができない。そこで、本実施形態では、このむらを防止するために、荷電粒子照射部 8 1 1 を有するプレチャージユニット 8 1 が設けられている。検査するウエハの所定の箇所に検査電子を照射する前に、帯電むらをなくすためにこのプレチャージユニットの荷電粒子照射部 8 1 1 から荷電粒子を照射して帯電のむらを無くす。このウエハ表面のチャージアップは予めウエハ面の画像を形成し、その画像を評価することで検出し、その検出に基づいてプレチャージユニット 8 1 を動作させる。

また、このプレチャージユニットでは一次電子線をぼかして照射してもよい。

【 0 0 3 2 】

図 9 において、電位印加機構 8 3 は、ウエハから放出される二次電子情報（二次電子発生率）が、ウエハの電位に依存すると言う事実に基づいて、ウエハを載置するステージの設置台に±数 V の電位を印加することにより二次電子の発生を制御するものである。また、この電位印加機構は、照射電子が当初有しているエネルギーを減速し、ウエハに 1 0 0 ~ 5 0 0 e V 程度の照射電子エネルギーとするための用途も果たす。

電位印加機構 8 3 は、図 9 に示されるように、ステージ装置 5 0 の載置面 5 4 1 と電氣的に接続された電圧印加装置 8 3 1 と、チャージアップ調査及び電圧決定システム（以下調査及び決定システム） 8 3 2 とを備えている。調査及び決定システム 8 3 2 は、電子光学装置 7 0 の検出系 7 6 の画像形成部 7 6 3 に電氣的に接続されたモニター 8 3 3 と、モニター 8 3 3 に接続されたオペレータ 8 3 4 と、オペレータ 8 3 4 に接続された CPU 8 3 5 とを備えている。CPU 8 3 5 は、前記電圧印加装置 8 3 1 並びに偏向器 7 2 7 に信号を供給するようになっている。

上記電位印加機構は、検査対象であるウエハが帯電し難い電位を探し、その電位を印加するように設計されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 において、電子ビームキャリブレーション機構 8 5 は、前記回転テーブル上でウェハの載置面 5 4 1 の側部の複数箇所に設置された、ビーム電流測定用のそれぞれ複数のファラデーカップ 8 5 1 及び 8 5 2 を備えている。ファラデーカップ 8 5 1 は細いビーム用（約 $\phi 2 \mu\text{m}$ ）で、ファラデーカップ 8 5 2 は太いビーム用（約 $\phi 30 \mu\text{m}$ ）である。細いビーム用のファラデーカップ 8 5 1 では回転テーブルをステップ送りすることで、ビームプロファイルを測定し。太いビーム用のファラデーカップ 8 5 2 ではビームの総電流量を計測する。ファラデーカップ 8 5 1 及び 8 5 2 は、上表面が載置面 5 4 1 上に載せられたウェハ W の上表面と同じレベルになるように配置されている。このようにして電子銃から放出される一次電子線を常時監視する。これは、電子銃が常時一定の電子線を放出できるわけではなく、使用しているうちにその放出量が増減するためである。

【 0 0 3 4 】

アライメント制御装置 8 7 は、ステージ装置 5 0 を用いてウェハ W を電子光学装置 7 0 に対して位置決めさせる装置であって、ウェハを光学顕微鏡 8 7 1 を用いた広視野観察による概略合わせ（電子光学系によるよりも倍率が低い測定）、電子光学装置 7 0 の電子光学系を用いた高倍率合わせ、焦点調整、検査領域設定、パターンアライメント等の制御を行うようになっている。このように光学系を用いて低倍率でウェハを検査するのは、ウェハのパターンの検査を自動的に行うためには、電子線を用いた狭視野でウェハのパターンを観察してウェハアライメントを行う時に、電子線によるアライメントマークを容易に検出する必要があるからである。

光学顕微鏡 8 7 1 は、ハウジングに設けられ（ハウジング内で移動可能な設けられていてもよい）ており、光学顕微鏡を動作させるための光源も図示しないがハウジング内に設けられている。また高倍率の観察を行う電子光学系は電子光学装置 7 0 の電子光学系（一次光学系 7 2 及び二次光学系 7 4）を共用するものである。その構成を概略図示すれば、図 1 1 に示されるようになる。ウェハ上の被観察点を低倍率で観察するには、ステージ装置 5 0 の X ステージ 5 3 を X 方向に動かすことによってウェハの被観察点を光学顕微鏡の視野内に移動させる。光学

顕微鏡 8 7 1 で広視野でウエハを視認してそのウエハ上の観察すべき位置を C C D 8 7 2 を介してモニタ 8 7 3 に表示させ、観察位置をおおよそ決定する。この場合光学顕微鏡の倍率を低倍率から高倍率に変化させていってもよい。

【 0 0 3 5 】

次に、ステージ装置 5 0 を電子光学装置 7 0 の光軸と光学顕微鏡 8 7 1 の光軸との間隔 δx に相当する距離だけ移動させて光学顕微鏡で予め決めたウエハ上の被観察点を電子光学装置の視野位置に移動させる。この場合、電子光学装置の軸線 $O_3 - O_3$ と光学顕微鏡 8 7 1 の光軸 $O_4 - O_4$ との間の距離（この実施形態では X 軸線に沿った方向にのみ両者は位置ずれしているものとするが、Y 軸方向及び Y 軸方向に位置ずれしていてもよい） δx は予めわかっているなのでその値 δx だけ移動させれば被観察点を視認位置に移動させることができる。電子光学装置の視認位置への被観察点の移動が完了した後、電子光学系により高倍率で被観察点を S E M 撮像して画像を記憶したり、モニタ 7 6 5 に表示させる。

このようにして電子光学系による高倍率でウエハの観察点をモニタに表示させた後、公知の方法によりステージ装置 5 0 の回転テーブル 5 4 の回転中心に関するウエハの回転方向の位置ずれすなわち電子光学系の光軸 $O_3 - O_3$ に対するウエハの回転方向のずれ $\delta \theta$ を検出し、また電子光学装置に関する所定のパターンの X 軸及び Y 軸方向の位置ずれを検出する。そしてその検出値並びに別途得られたウエハに設けられた検査マークのデータ或いはウエハのパターンの形状等に関するデータに基づいてステージ装置 5 0 の動作を制御してウエハのアライメントを行う。

【 0 0 3 6 】

次に図 1 2 及び図 1 3 を参照して本発明による半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

図 1 2 は、本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。この実施例の製造工程は以下の主工程を含んでいる。

- (1) ウエハを製造するウエハ製造工程（又はウエハを準備するウエハ準備工程）
- (2) 露光に使用するマスクを製造するマスク製造工程（又はマスクを準備する

マスク準備工程)

(3) ウエハに必要な加工処理を行うウエハプロセッシング工程

(4) ウエハ上に形成されたチップを1個ずつ切り出し、動作可能にしめるチップ組立工程

(5) できたチップを検査するチップ検査工程

なお、上記のそれぞれの主工程は更に幾つかのサブ工程からなっている。

【0037】

これらの主工程の中で、半導体デバイスの性能に決定的な影響を及ぼすのが(3)のウエハプロセッシング工程である。この工程では、設計された回路パターンをウエハ上に順次積層し、メモリやMPUとして動作するチップを多数形成する。このウエハプロセッシング工程は以下の各工程を含んでいる。

(A) 絶縁層となる誘電体薄膜や配線部、或いは電極部を形成する金属薄膜等を形成する薄膜形成工程(CVDやスパッタリング等を用いる)

(B) この薄膜層やウエハ基板を酸化する酸化工程

(C) 薄膜層やウエハ基板等を選択的に加工するためにマスク(レチクル)を用いてレジストパターンを形成するリソグラフィー工程

(D) レジストパターンに従って薄膜層や基板を加工するエッチング工程(例えばドライエッチング技術を用いる)

(E) イオン・不純物注入拡散工程

(F) レジスト剥離工程

(G) 加工されたウエハを検査する工程

なお、ウエハプロセッシング工程は必要な層数だけ繰り返し行い、設計通り動作する半導体デバイスを製造する。

【0038】

図13は、図12のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。このリソグラフィー工程は以下の各工程を含む。

(a) 前段の工程で回路パターンが形成されたウエハ上にレジストをコートするレジスト塗布工程

(b) レジストを露光する工程

(c) 露光されたレジストを現像してレジストのパターンを得る現像工程

(d) 現像されたレジストパターンを安定化するためのアニール工程

上記の半導体デバイス製造工程、ウエハプロセッシング工程、リソグラフィ工程については、周知のものでありこれ以上の説明を要しないであろう。

上記 (G) の検査工程に本発明に係る欠陥検査方法、欠陥検査装置を用いると、微細なパターンを有する半導体デバイスでも、スループット良く検査できるので、全数検査も可能となり、製品の歩留まりの向上、欠陥製品の出荷防止が可能と成る。

【 0 0 3 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、次のような効果を奏することが可能である。

(イ) 複数の電子線すなわちマルチビームを用いた検査装置の各構成機器を機能的に組み合わせることができたため、高いスループットで検査対象を処理することができる。

(ロ) エンバイロメント空間内に清浄度を観察するセンサを設けることによりその空間内の塵埃を監視しながら検査対象の検査を行うことができる。

(ハ) プレチャージユニットを設けているので、絶縁物でできたウエハも帯電による影響を受けがたい。。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による検査装置の主要構成要素を示す立面図であって、図 2 の線 A - A に沿って見た図である。

【図 2】

図 1 に示す検査装置の主要構成要素の平面図であって、図 1 の線 B - B に沿って見た図である。

【図 3】

図 1 のミニエンバイロメント装置を示す断面図であって、線 C - C に沿って見た図である。

【図 4】

図 1 のローダハウジングを示す図であって、図 2 の線 D-D に沿って見た図である。

【図 5】

ウエハラックの拡大図であって、[A] は側面図で、[B] は [A] の線 E-E に沿って見た断面図である。

【図 6】

主ハウジングの支持方法の変形例を示す図である。

【図 7】

図 1 の検査装置の電子光学装置の概略構成を示す模式図である。

【図 8】

図 7 の電子光学装置の一次光学系に使用されているマルチ開口板の開口の位置関係を示す図である。

【図 9】

電位印加機構を示す図である。

【図 1 0】

電子ビームキャリブレーション機構を説明する図であって、[A] は側面図であり、[B] は平面図である。

【図 1 1】

ウエハのアライメント制御装置の概略説明図である。

【図 1 2】

本発明による半導体デバイスの製造方法の一実施例を示すフローチャートである。

【図 1 3】

図 1 1 のウエハプロセッシング工程の中核をなすリソグラフィー工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

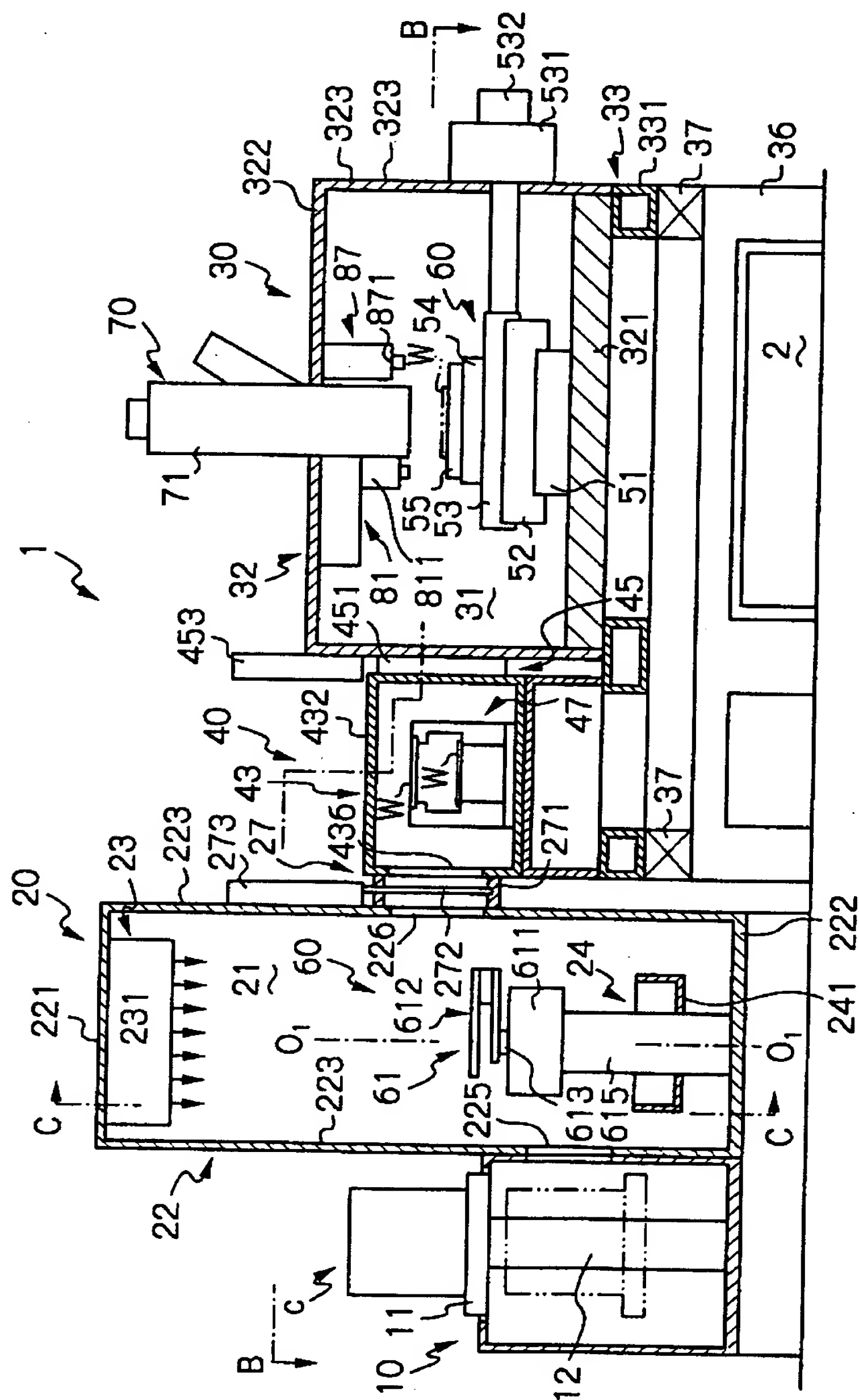
1 検査装置

1 0 カセットホルダ

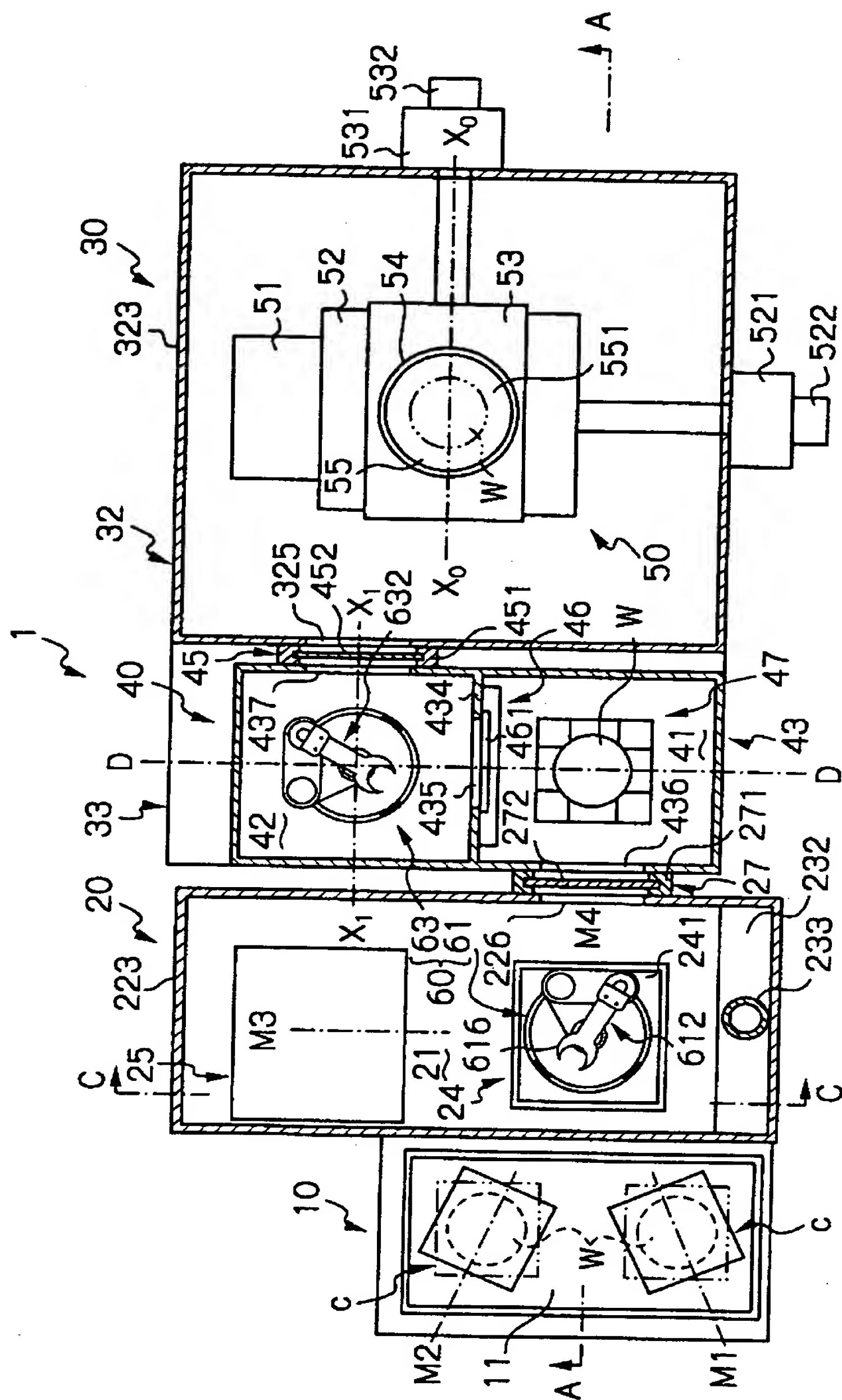
- 2 0 ミニエンバイロメント装置
 - 2 1 ミニエンバイロメント空間
 - 2 3 気体循環装置
 - 2 5 プリアライナー
 - 2 2 ハウジング
 - 2 4 排出装置
 - 2 6、2 7 シャッタ装置
- 3 0 主ハウジング
 - 3 1 ワーキングチャンバ
 - 3 3 ハウジング支持装置
 - 3 7 防振装置
 - 3 2 ハウジング本体
 - 3 6 台フレーム
- 4 0 ロータハウジング
 - 4 1、4 2 ローディングチャンバ
 - 4 5、4 6 シャッタ装置
 - 4 3 ハウジング本体
 - 4 7 ウエハラック
- 5 0 ステージ装置
 - 5 1 固定テーブル
 - 5 3 Xテーブル
 - 5 2 Yテーブル
 - 5 4 回転テーブル
- 6 0 ローター
 - 6 1、6 2 搬送ユニット
- 7 0 電子光学装置
 - 7 1 鏡筒
 - 7 4 二次電子光学系
 - 7 2 一次電子光学系
 - 7 6 検出系
- 8 1 プレチャージユニット
- 8 3 電位印加機構
- 8 5 電子ビームキャリブレーション機構
- 8 7 アライメント制御装置

【書類名】 図面

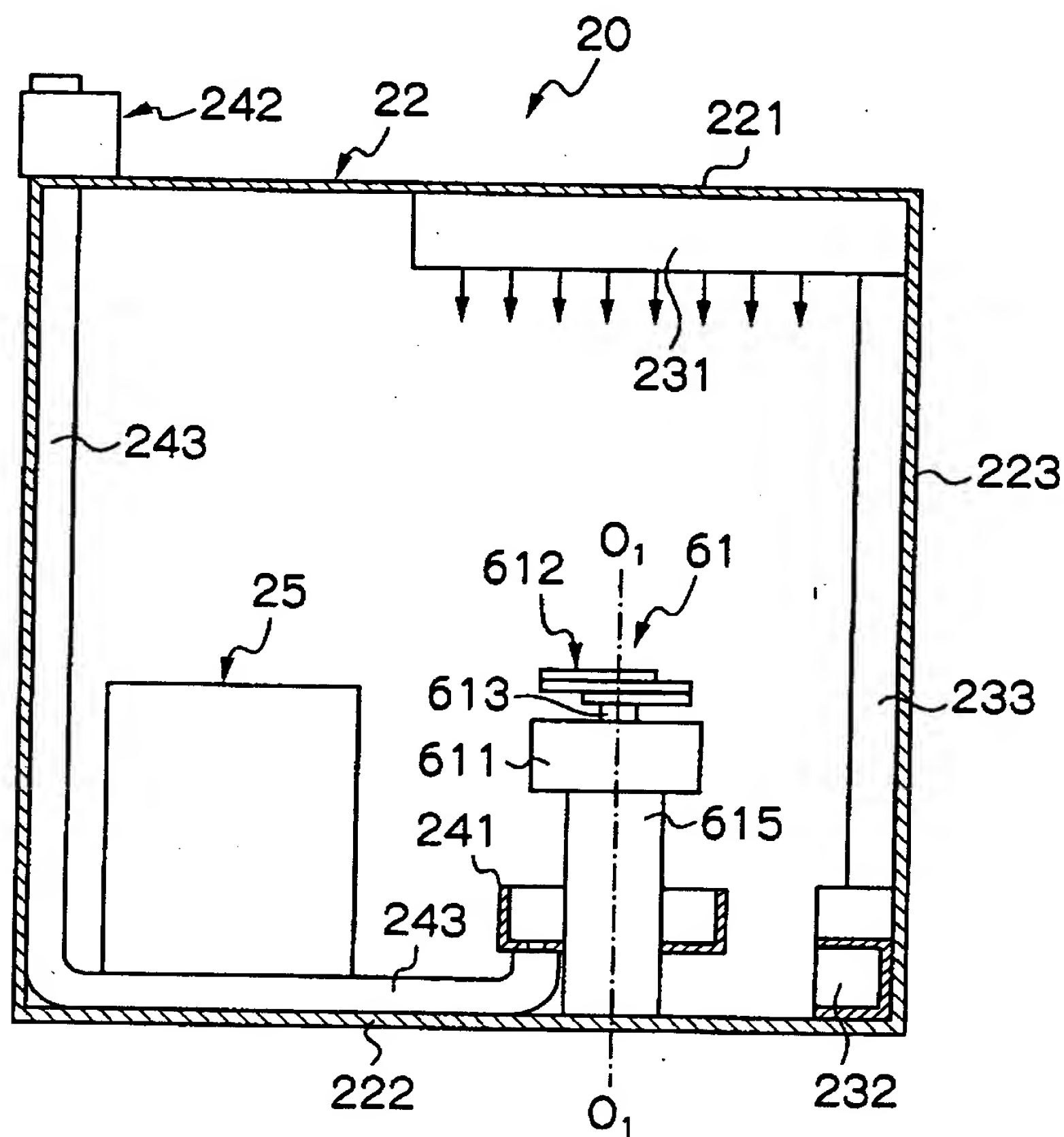
【図 1】



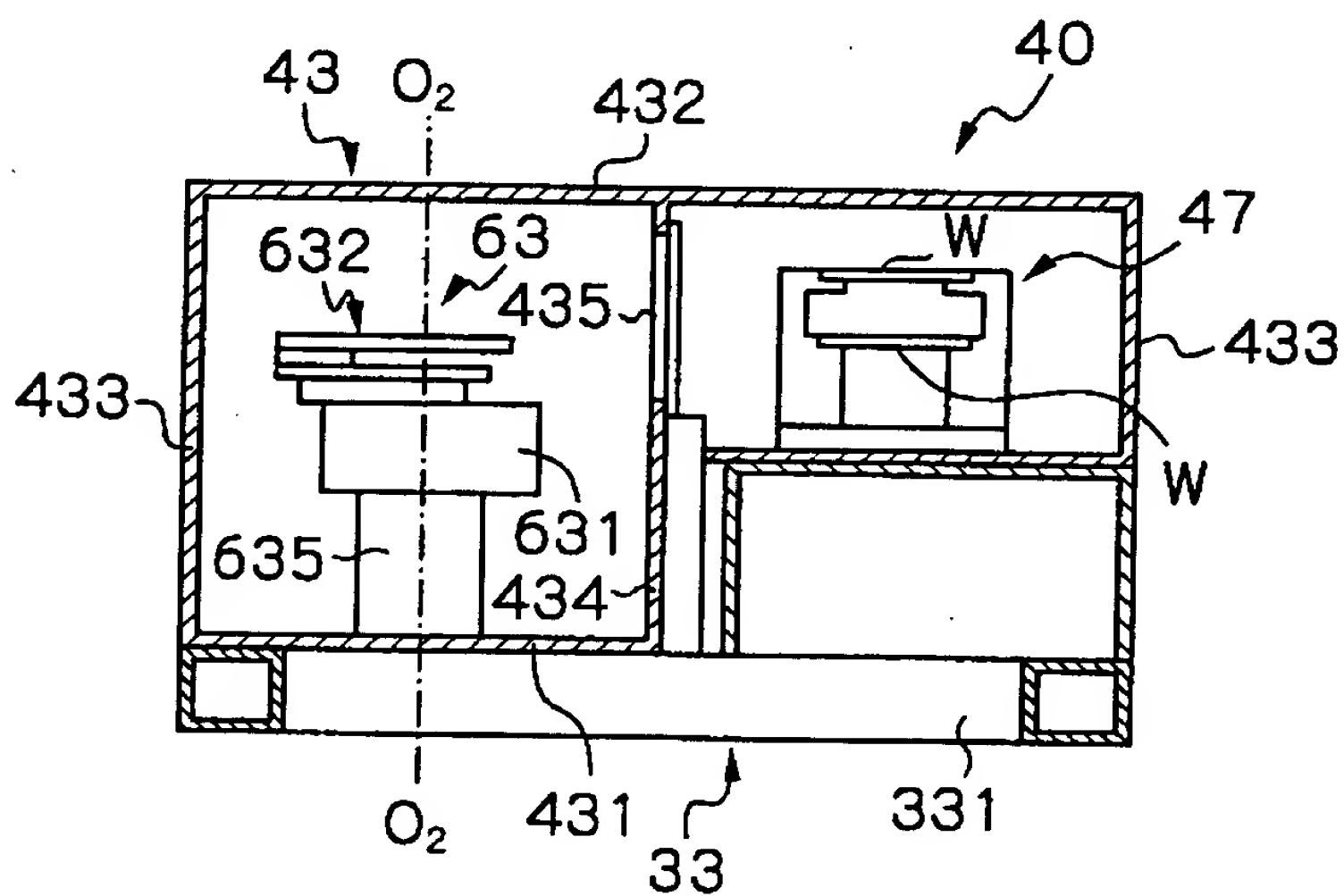
【図 2】



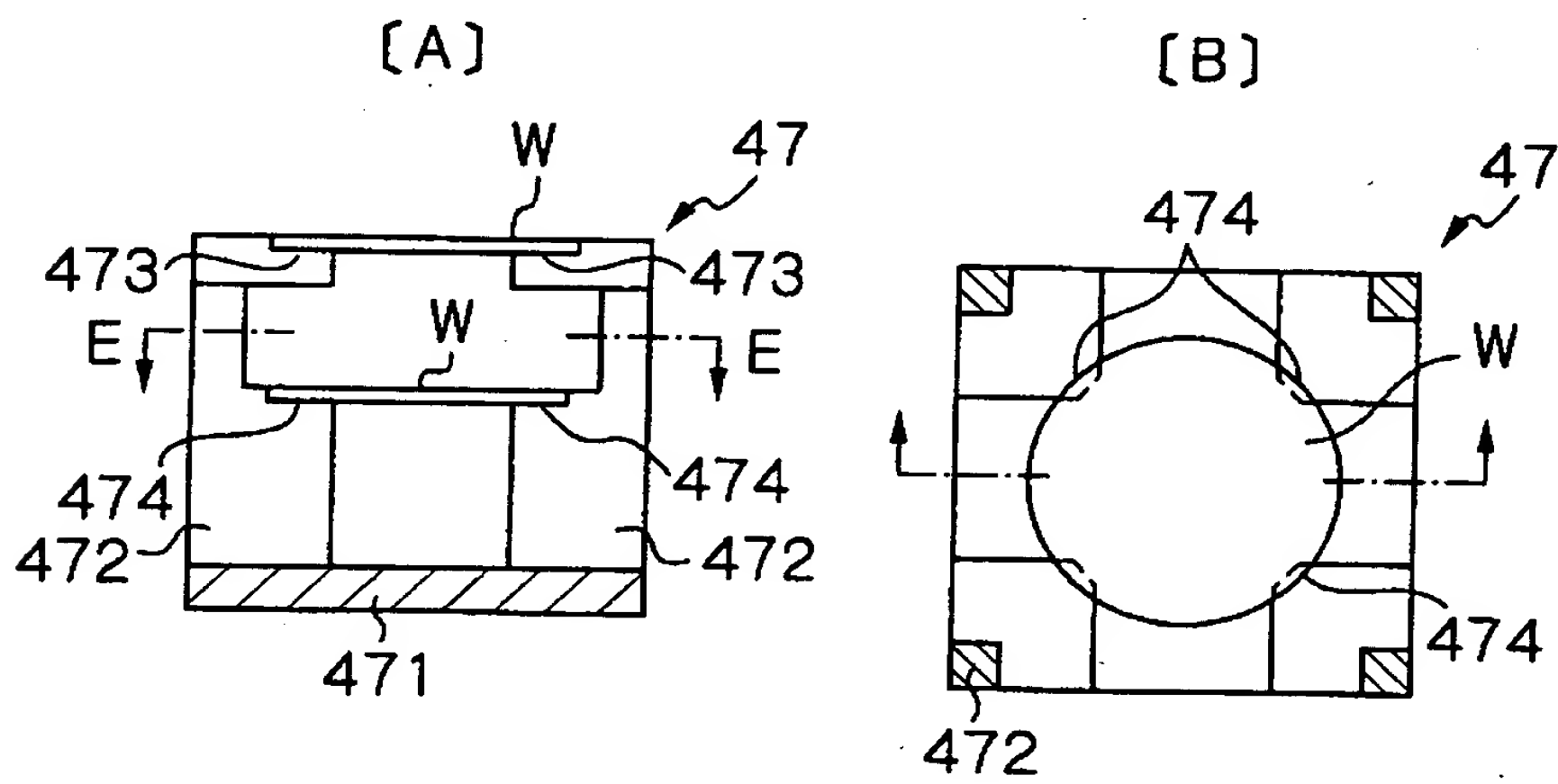
【図 3】



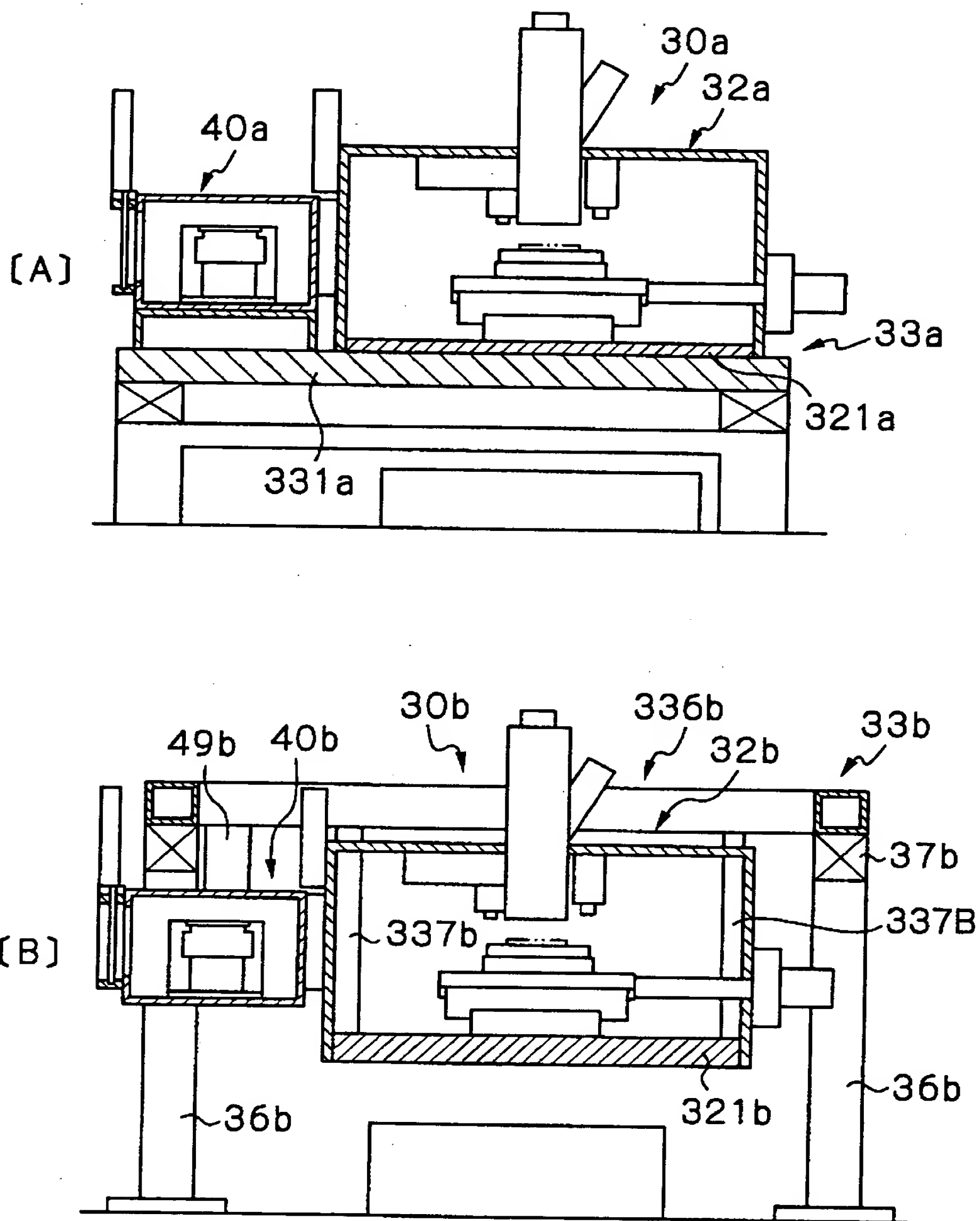
【図 4】



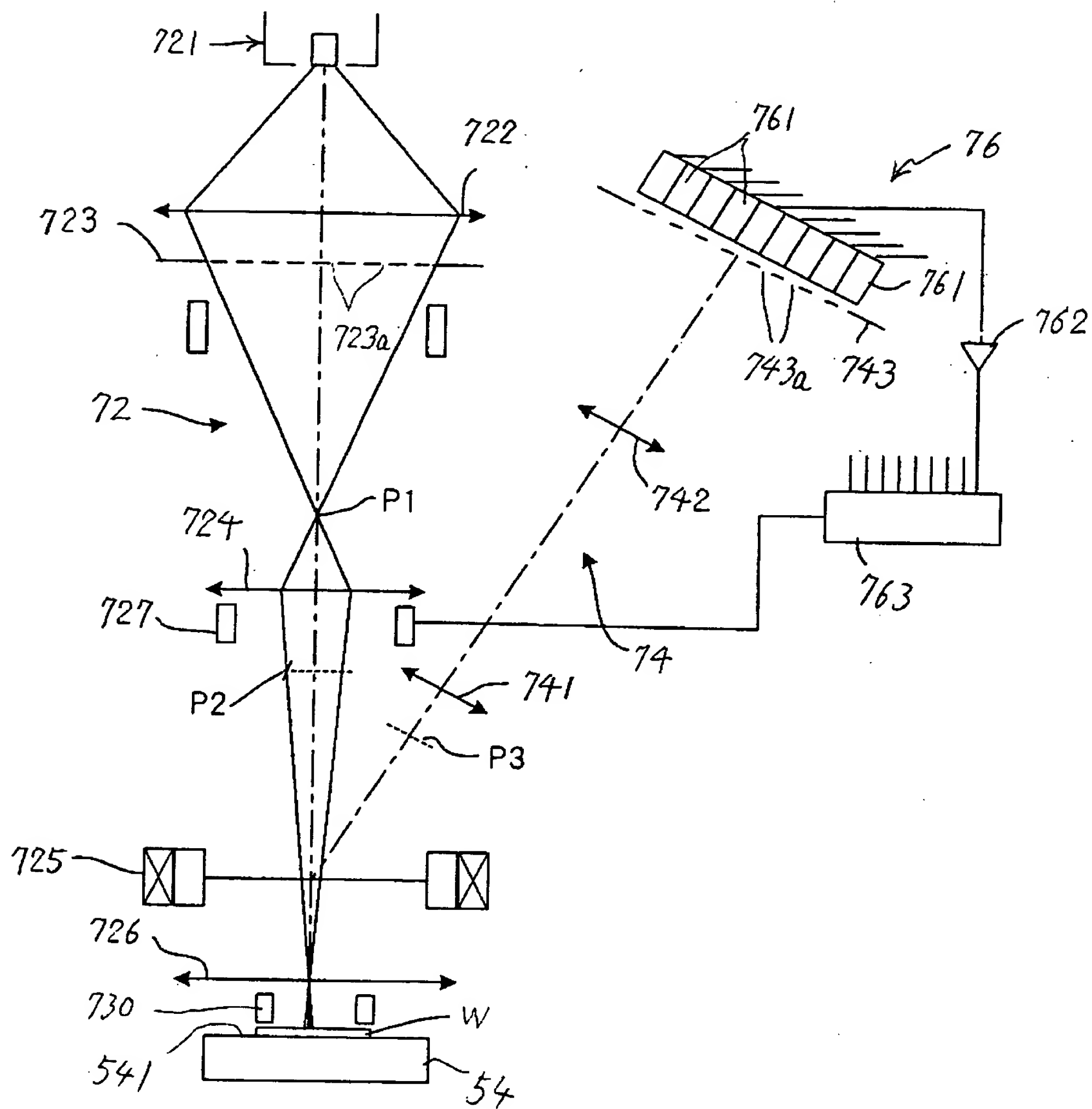
【図 5】



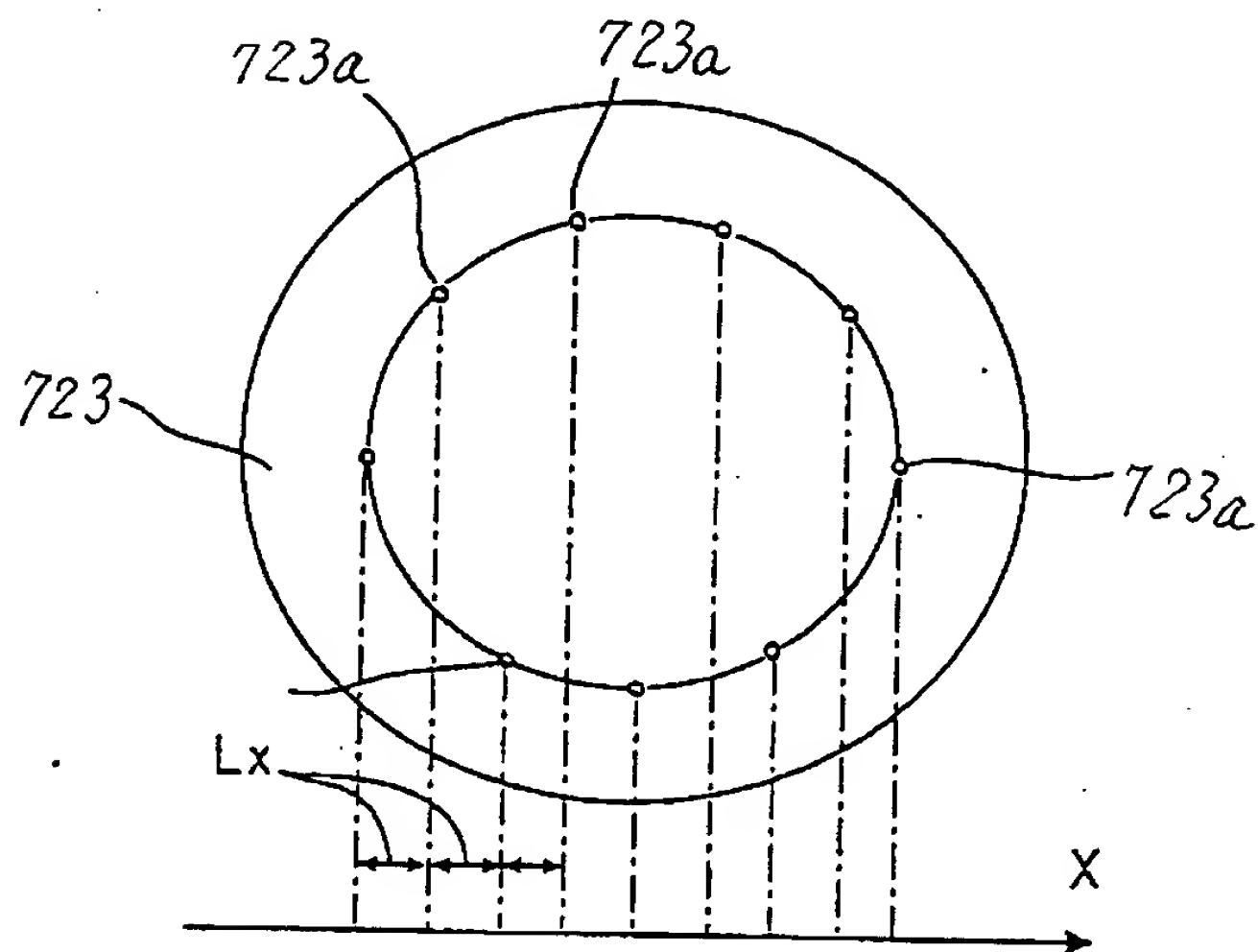
【図 6】



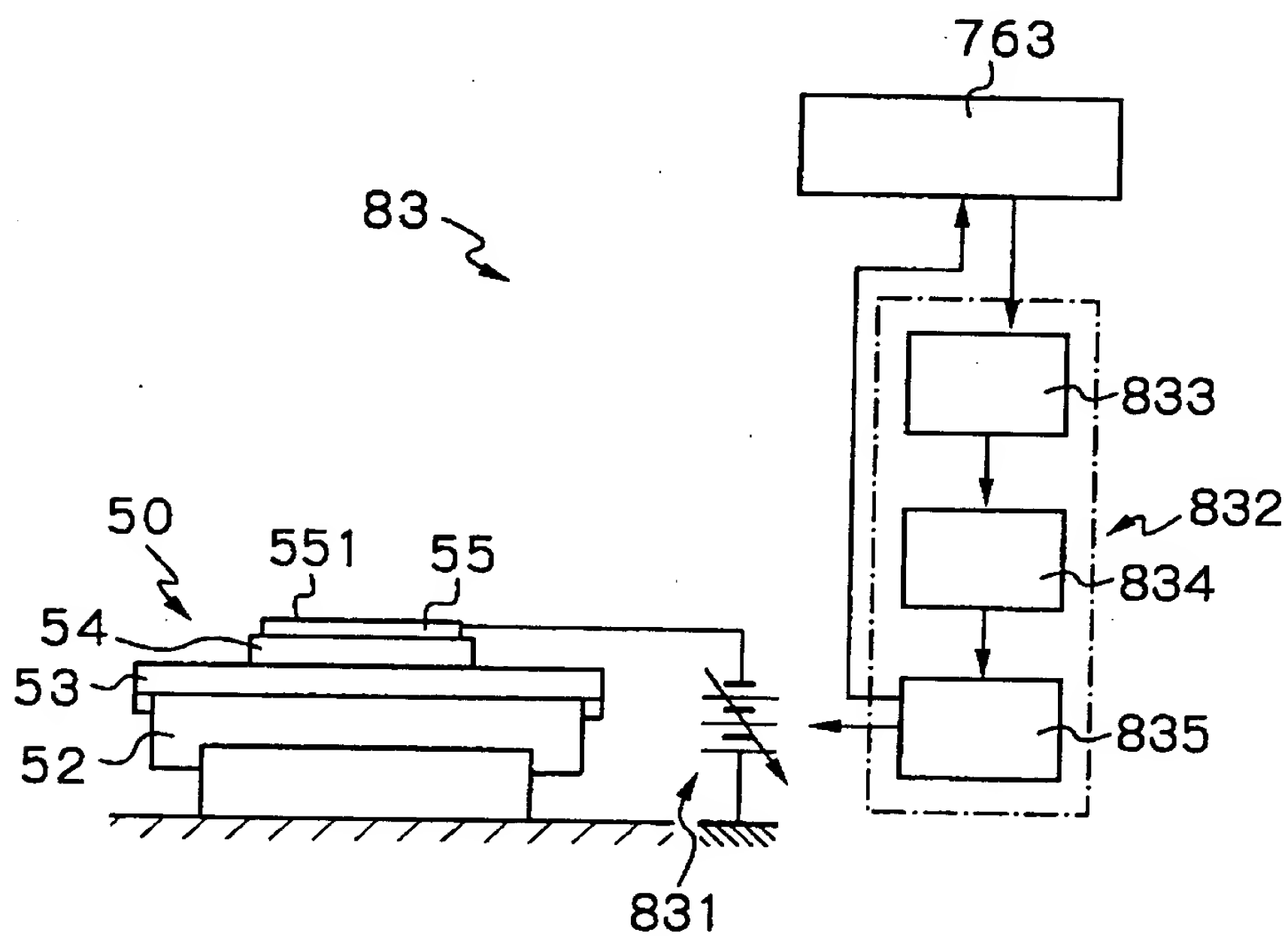
【図7】



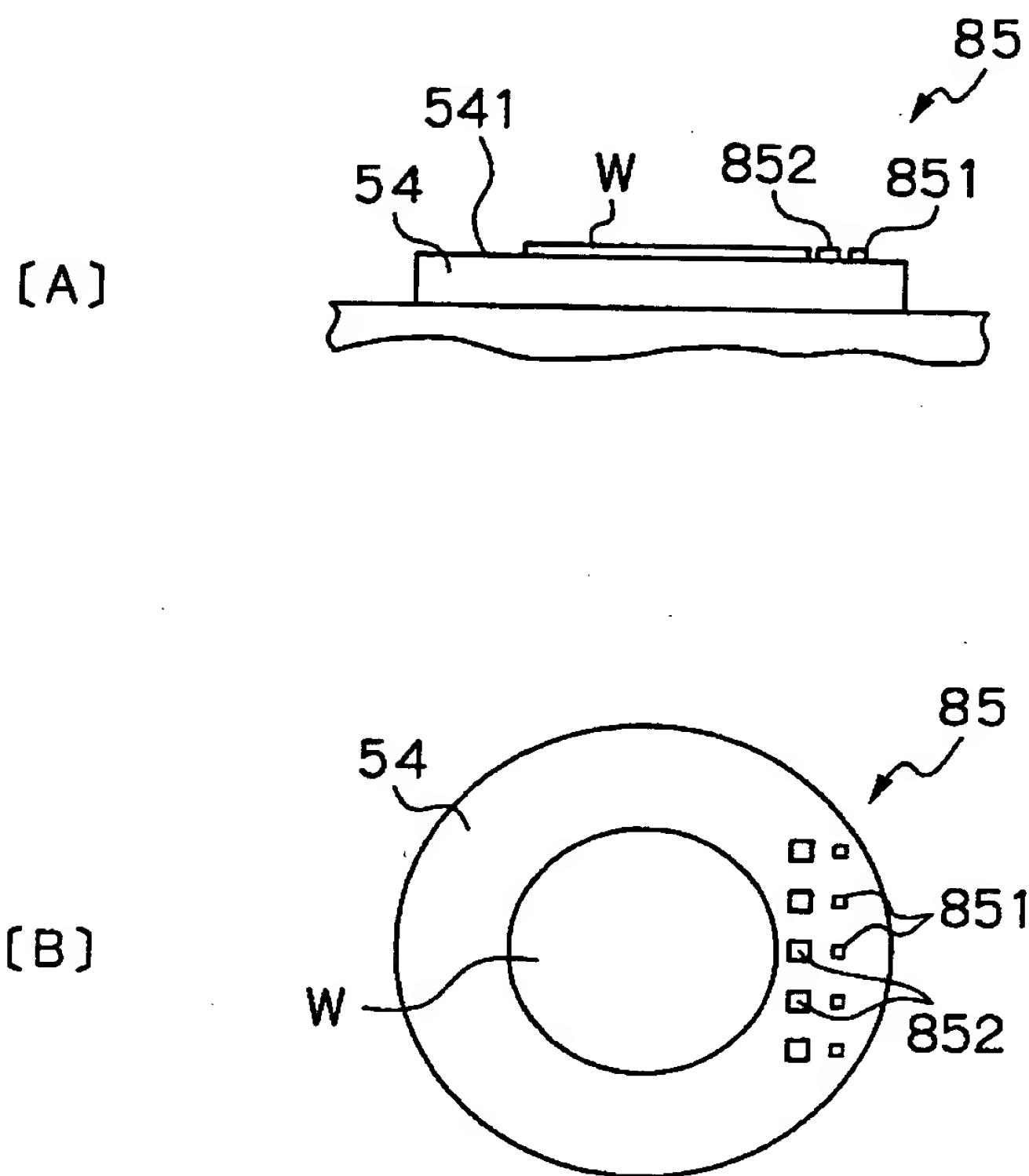
【図 8】



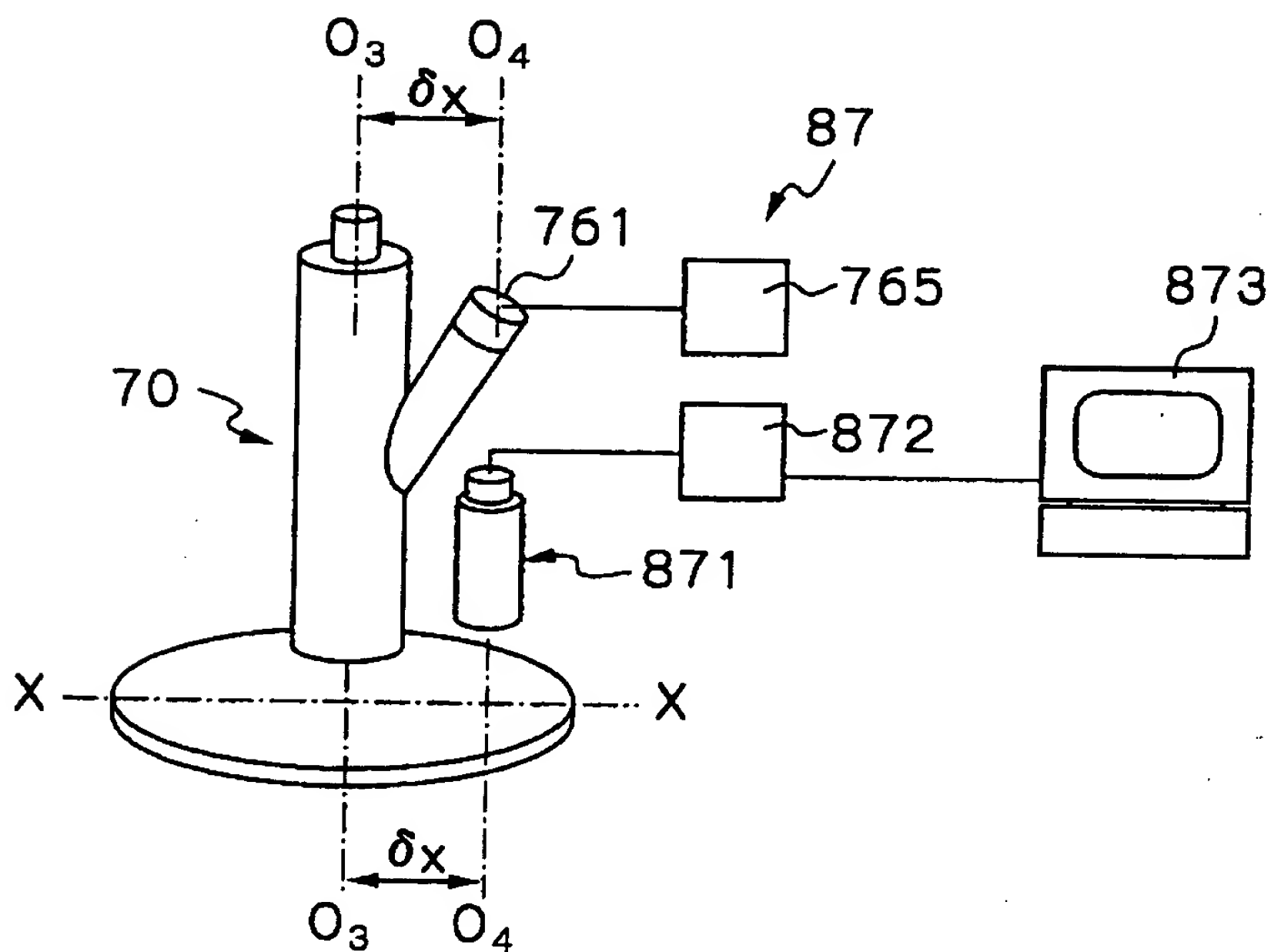
【図 9】



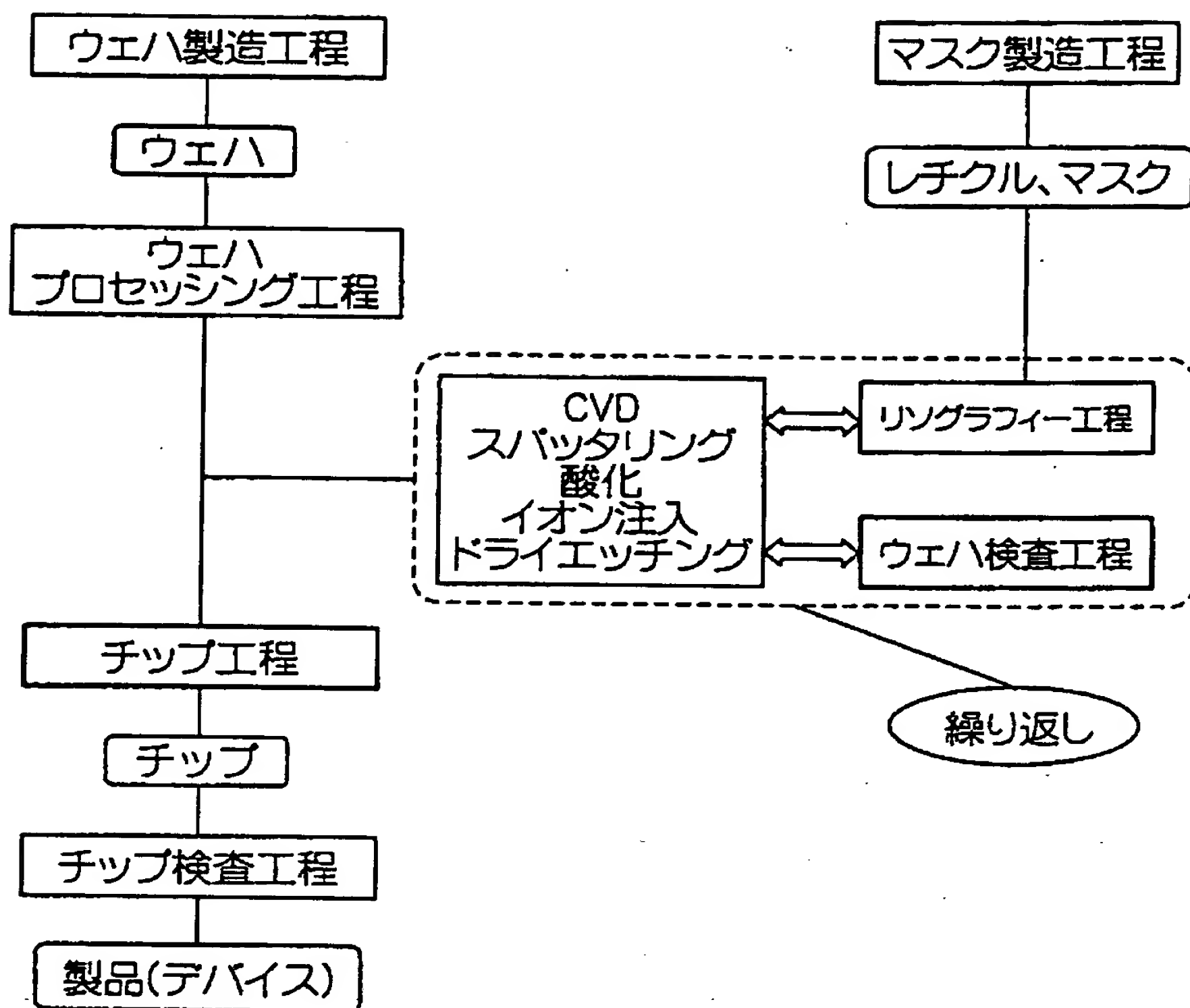
【図 10】



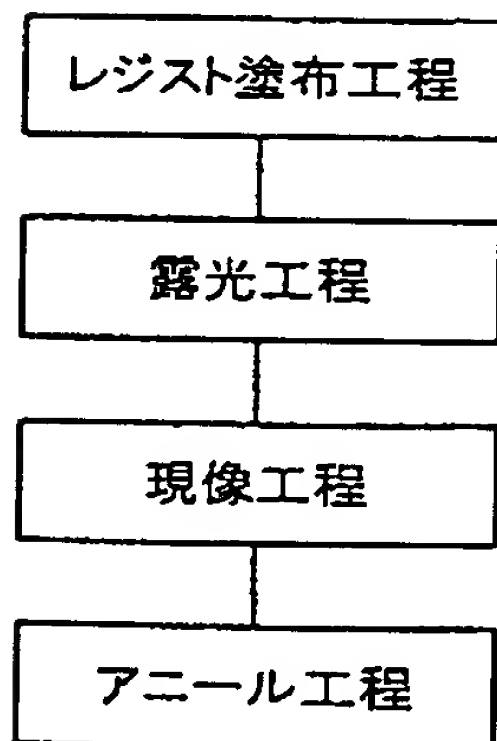
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



【書類名】 要約書

【要約】 電子線でパターンが形成された検査対象を照射し、前記検査対象の欠陥を検査する装置 1 は、複数の一次電子線を成形して前記検査対象に照射し、一次電子線の照射により放出された二次電子を投影する電子光学系と、電子光学系により投影された二次電子像を検出する複数の検出器と、検査対象を保持し移動させるステージ装置 5 0 と、ステージ装置を収容しているワーキングチャンバ 3 1 と、ワーキングチャンバ内の前記ステージ装置上に検査対象を供給するローダー 6 0 と、ワーキングチャンバ内には検査対象に電位を印加する電位印加機構と、検査対象の表面を観察してアライメントの制御を行う装置と、を備え、ワーキングチャンバは床からの振動を遮断する振動遮断装置を介して支持されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
氏 名 株式会社ニコン

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日 1990年 8月31日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名 株式会社荏原製作所